

**PERBANDINGAN BENTUK PROFIL PIN SEGITIGA
SEGIEMPAT DAN LINGKARAN PADA HASIL
PENGELASAN *FRICTION STIR WELDING* DENGAN
PREHEATING 200°C PADA MATERIAL AA-5056 TERHADAP
PERUBAHAN SIFAT FISIS DAN MEKANIS**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh:

**TRI SUTRISNO
D 200 140 044**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2019**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERBANDINGAN BENTUK PROFIL PIN SEGITIGA SEGIEMPAT
DAN LINGKARAN PADA HASIL PENGELASAN FRICTION
STIR WELDING DENGAN PREHEATING 200°C PADA
MATERIAL AA-5056 TERHADAP PERUBAHAN
SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

TRI SUTRISNO

D 200 140 044

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, M.T.

NIDN.0616106001

HALAMAN PENGESAHAN

**PERBANDINGAN BENTUK PROFIL PIN SEGITIGA SEGIEMPAT
DAN LINGKARAN PADA HASIL PENGELASAN FRICTION
STIR WELDING DENGAN PREHEATING 200°C PADA
MATERIAL AA-5056 TERHADAP PERUBAHAN
SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

OLEH

TRI SUTRISNO

D 200 140 044

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 21 Mei 2019

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Bibit Sugito, M.T.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Nurmuntaha Agung N. ST, M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

3. Ir. Pramuko Ilmu Purboputro M.T.

(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)
(.....)
(.....)

Dekan



Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK.682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesajaraan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidak benaran dalam pernyataa saya diatas, maka akan saya pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 15 Juli 2019

Penulis



Tri Sutrisno

D 200 140 044

**PERBANDINGAN BENTUK PROFIL
PIN SEGITIGA SEGIEMPAT DAN LINGKARAN
PADA HASIL PENGELASAN FRICTION STIR WELDING DENGAN
PREHEATING 200°C PADA MATERIAL AA-5056 TERHADAP PERUBAHAN
SIFAT FISIS DAN MEKANIS**

Abstrak

Preheating adalah panas yang diberikan kepada logam yang akan di las untuk mendapatkan dan memelihara preheat temperature. Preheating dalam proses ini bertujuan untuk memberikan panas pada benda kerja sesaat sebelum proses pengelasan dilakukan agar material menjadi lebih lunak sehingga dapat meningkatkan efektifitas proses Friction stir welding (FSW). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu preheating terhadap sifat fisis dan mekanis pada AA 5056 menggunakan metode pengelasan friction stir welding dengan bentuk profil pin lingkaran, segitiga dan segiempat. Plat AA 5056 yang digunakan pada penelitian ini berukuran 150 x 50 x 3 mm dengan putaran tools 1500 rpm dan feed rate 60 mm/ menit. Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa bentuk profil pin dapat mempengaruhi sifat fisis dan mekanis dari pengujian. Nilai tegangan tarik paling tinggi terdapat pada profil pin segitiga sebesar 91,803 MPa, sedangkan nilai regangan tertinggi terdapat pada profil pin lingkaran sebesar 21,88 %. Nilai kekerasan paling tinggi terletak pada daerah las (Weld Nugget) sebesar 33 VHN, daerah Haz sebesar 38 VHN, base metal 37 VHN. Dari pengamatan struktur mikro diatas terlihat ada dua daerah yaitu daerah gelap dan terang. Daerah gelap merupakan fasa θ (Al-mg) dan daerah yang terlihat terang adalah fasa α (fasa AL).

Kata kunci : preheating, friction stir welding, AA5056, profil pin lingkaran, profil pin segitiga, profil pin segiempat.

Abstract

Preheating is heat given to metals to be welded to obtain and maintain preheat temperature. Preheating in this process aims to provide heat to the work piece just before the welding process is done so that the material becomes softer so that it can increase the effectiveness of the Friction stir welding (FSW) process. This study aims to determine the effect of the preheating temperature on physical and mechanical properties at AA 5056 using a friction stir welding method with the shape of a circle, triangle and quadrilateral pin profile. The AA 5056 plate used in this study measures 150 x 50 x 3 mm with 1500 rpm and 60 mm / minute feed rate. From the results of the study it can be concluded that the shape of the pin profile can influence the physical and mechanical properties of the test. The highest value of tensile stress is in the triangular pin profile of 91.803 MPa, while the highest strain value is found in the circle pin profile of 21.88%. The highest hardness value is located in the weld area (Weld Nugget) of 33 VHN, Haz area of 38 VHN, 37 VHN base metal. From the observation of the micro structure above, there are two areas, namely dark and bright areas. The dark area is the phase θ (Al-mg) and the area that looks bright is the phase α (AL phase).

Keywords: preheating, friction stir welding, AA5056, circle pin profile, triangular pin profile, rectangular pin profile.

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu proses penting di dalam dunia industri. Pengelasan juga merupakan bagian yang tak terpisahkan dari pertumbuhan industri, karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Pengelasan adalah proses penyambungan antara dua bagian logam atau lebih dengan memanfaatkan energi panas. Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas (Prof. Dr. Ir Harsono Wiryosumarto, 2000).

Saat ini banyak industri manufaktur yang mengembangkan teknik-teknik pengelasan untuk mengikat kualitas produk dan memangkas biaya produksi. Karena itu rancangan las harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat-sifat las yaitu kekuatan dari sambungan dan memperhatikan sambungan yang akan dilas, sehingga hasil dari pengelasan sesuai dengan yang diharapkan.

Salah satu metode pengelasan terbaru yang memiliki beberapa keunggulan adalah metode pengelasan FSW (*Friction Stir Welding*). Metode pengelasan FSW (*Friction Stir Welding*) merupakan sebuah metode pengelasan yang telah ditemukan dan dikembangkan oleh Wayne Thomas untuk benda kerja aluminium dan aluminium *alloy* pada tahun 1991 di TWI (*The Welding Institute*) Amerika Serikat.

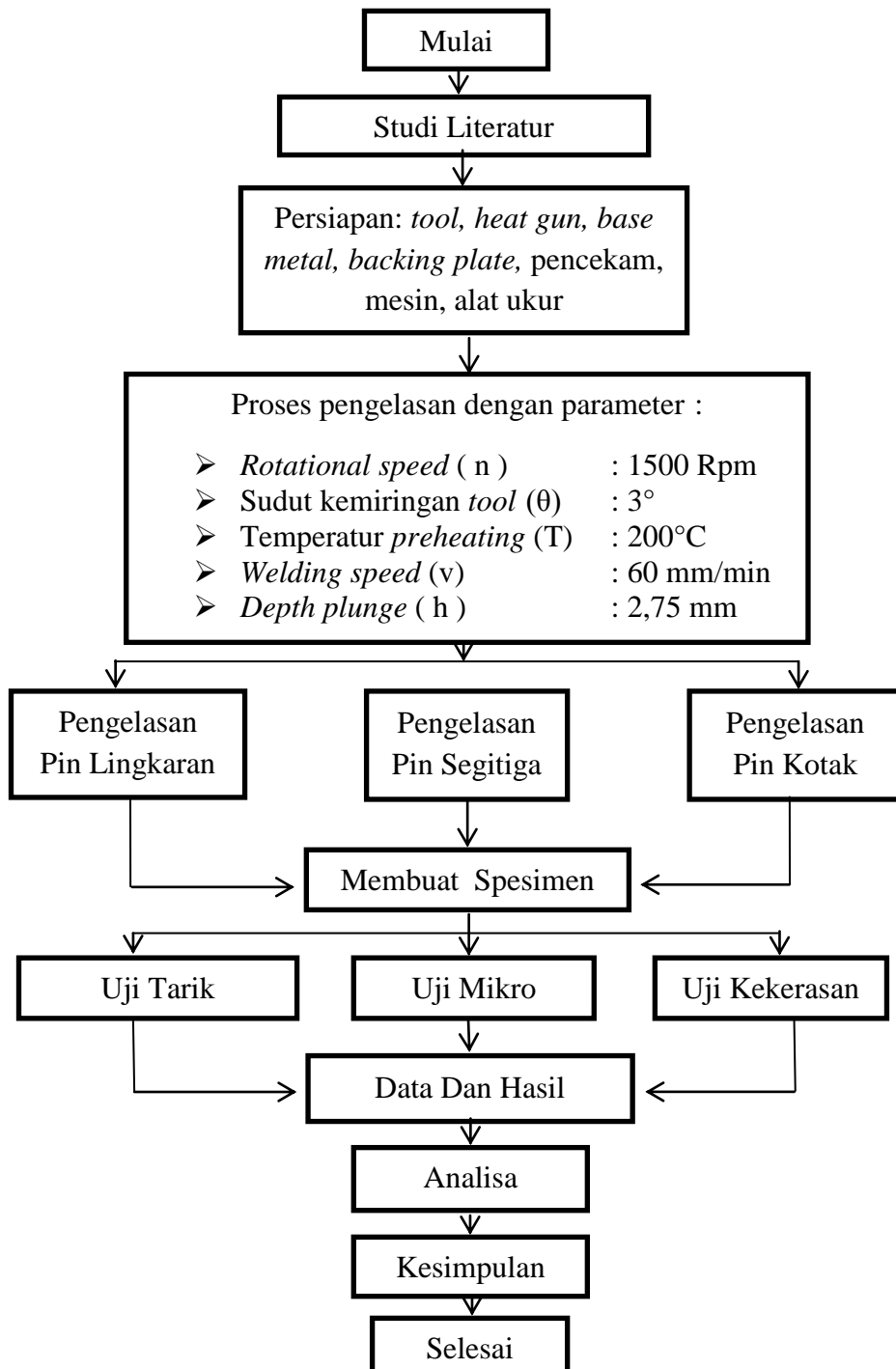
FSW (*Friction Stir Welding*) dapat diaplikasikan baik di bidang otomotif, perkapalan, penerbangan dan lain-lain. Pengelasan dengan menggunakan kombinasi material yang berbeda mulai banyak dilakukan dalam dunia industri manufaktur karena dapat meningkatkan efektifitas dan manfaat ekonomis.

Pengelasan dengan menggunakan kombinasi material yang berbeda mulai banyak dilakukan dalam dunia industri *manufaktur* karena dapat meningkatkan efektifitas dan manfaat ekonomis. Besi (Fe) dan Aluminium (Al) adalah dua bahan umum yang banyak digunakan dalam dunia perindustrian. Namun karena perbedaan besar dalam sifat fisik dan kimianya, pengelasan dari besi dan tembaga umumnya lebih sulit, studi *Litelatur* menunjukkan bahwa adanya beberapa teknik pengelasan yang dapat diaplikasikan untuk sambungan *dissimilar* seperti: *solder*, *brazing*, pengelasan gesek (FSW) dan pengelasan *ultrasonic*.

Perkembangan teknologi pengelasan logam memberikan kemudahan umat manusia dalam menjalankan kehidupannya. FSW berkembang sejak awal tahun 1990an dan jenis logam yang banyak digunakan dalam pengelasan adalah aluminium (AW Welding Handbook 9.3.,2007)

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



2.2 Bahan & Alat Penelitian

2.2.1 Bahan



Gambar 1. pelat aluminium (Al-Mg)

2.2.2 Alat



Gambar 2. Tool



Gambar 3. Mesin milling



Gambar 4. Alat uji tarik



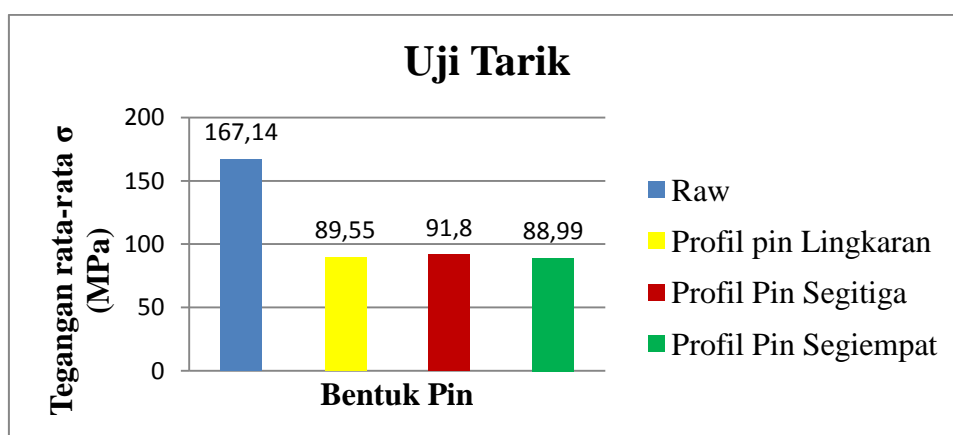
Gambar 5. Alat uji kekerasan Gambar 6. Alat foto struktur mikro

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Pengujian Tarik dan Pembahasannya

Tabel 1. nilai tegangan hasil uji tarik

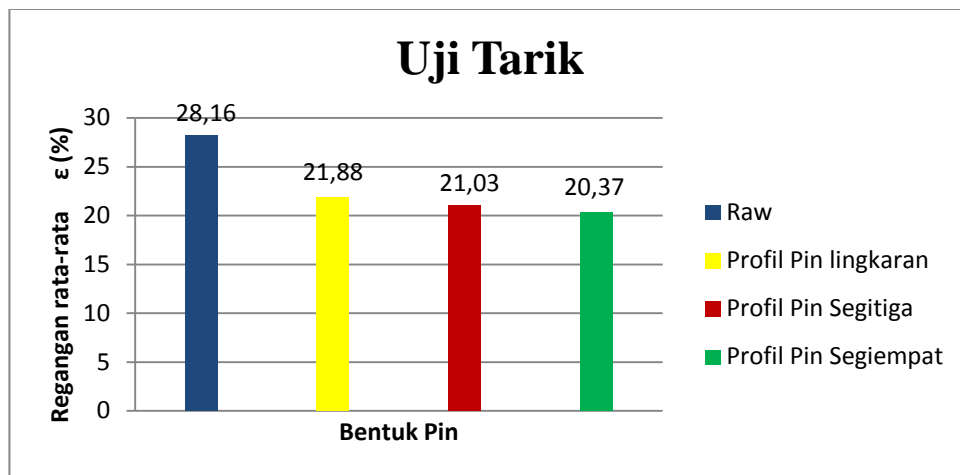
No	Perlakuan	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Tegangan, σ (MPa)	Tegangan rata-rata σ (MPa)
1	Raw	3.02	12.58	167.14	167.14
2	Pin Lingkaran	2.75	12.65	89.69	89.55
3		2.81	12.66	89.67	
4		2.78	12.65	89.29	
5	Pin Segitiga	2.80	12.65	90.91	91.803
6		2.80	12.80	87.89	
7		2.68	12.63	96.61	
8	Pin segiempat	2.90	12.61	89.69	88.99
9		2.86	12.70	90.03	
10		2.97	12.62	87.24	



Gambar 7. Hubungan antara tegangan terhadap tiap profil pin

Tabel 2. nilai regangan hasil uji tarik

No	Perlakuan	L_0 (mm)	Δl	Regangan, ϵ (%)	Regangan rata- rata ϵ (%)
1	Raw	50	14.08	28.16	28.16
2	Pin Lingkaran	50	11.75	23.50	21.88
3		50	10.29	20.58	
4		50	10.78	21.56	
5	Pin Segitiga	50	11.06	22.12	21.03
6		50	10.71	21.42	
7		50	9.77	19.54	
8	Pin Kotak	50	9.70	19.40	20.37
9		50	10.73	21.46	
10		50	10.12	20.24	



Gambar 8. Hubungan antara regangan terhadap tiap profil pin

Dari data hasil pengujian tarik menunjukkan bahwa bentuk profil pin bisa mempengaruhi hasil yang berbeda, pengujian tarik menunjukkan bahwa nilai tegangan tertinggi di peroleh profil pin segitiga yaitu 91.80 MPa, kemudian pada spesimen lingkaran menunjukkan nilai tegangan tarik sebesar 89,55 MPa dan nilai tegangan terendah terdapat pada profil pin segiempat yaitu sebesar 88,99 MPa. faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah dikarena adanya perbedaan dari variasi bentuk profil pin sehingga proses pengadukan material lunak akan merata sesuai dengan bentuk profil pin yang digunakan.

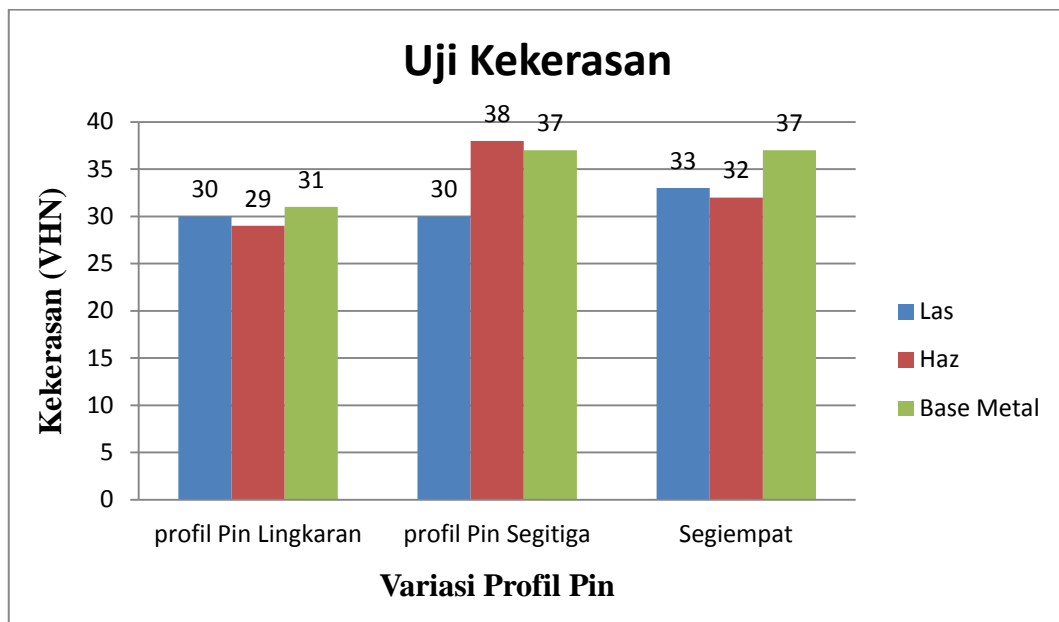
Pengujian tarik menunjukkan bahwa regangan tertinggi di peroleh profil pin lingkaran yaitu 21,88 %, dan nilai regangan terendah pada profil pin segiempat yaitu sebesar 20,37 %. Faktor yang menyebabkan hal tersebut karena pada penelitian Fenomena pembesaran dan pengecilan butir ini akan mempengaruhi kekuatan mekanik pada material tersebut. Semakin besar ukuran butir maka akan menurunkan kekerasan dan kekuatan tariknya (Rajakumar dan Balasubramanian, 2012) Patahan pada specimen dengan berbagai variasi profil pin di atas menunjukkan rata-rata mengalami patahan las uji tari terletak pada daerah HAZ yang menandakan terjadinya penguatan di sambungan pengelasan (*Weld nugget*) akibat pengadukan yang sempurna tidak ada cacat dan suhu pengelasan yang efektif (Dedi Triyoko, 2016).

3.2 Data Hasil Uji Kekerasan dan Pembahasannya

Tabel 3. data hasil uji kekerasan Brinell (BHN)

No	Perlakuan	Daerah	D1(μm)	Kekerasan (VHN)	Kekerasan rata-rata (VHN)
1	Pin Lingkaran	Las	78	30	30
2			78	30	
3			80	29	
4		Haz	80	29	29
5			80	29	
6			79	30	
7		Base	76	32	31
8			77	31	
9			80	29	
1	Pin Segitiga	Las	79	30	30
2			79	30	
3			79	30	
4		Haz	70	38	38
5			70	38	
6			70	38	
7		Base	70	38	37
8			71	37	
9			70	38	
1	Pin Kotak	Las	75	33	33
2			75	33	
3			76	32	

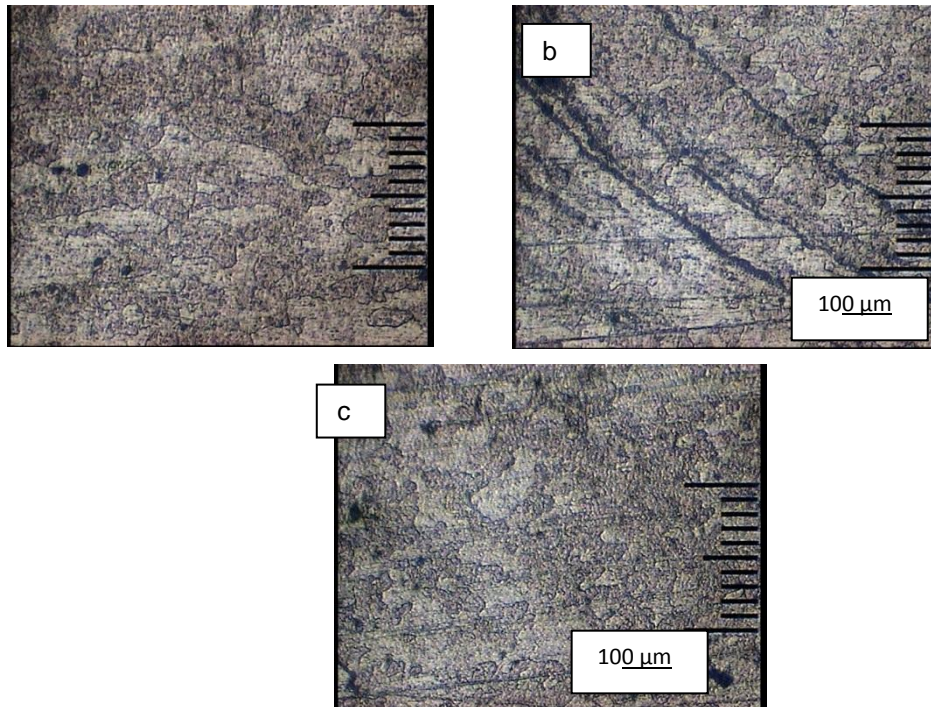
4		Haz	76	32	32
5			77	31	
6			77	31	
7		Base	70	38	37
8			71	37	
9			70	38	



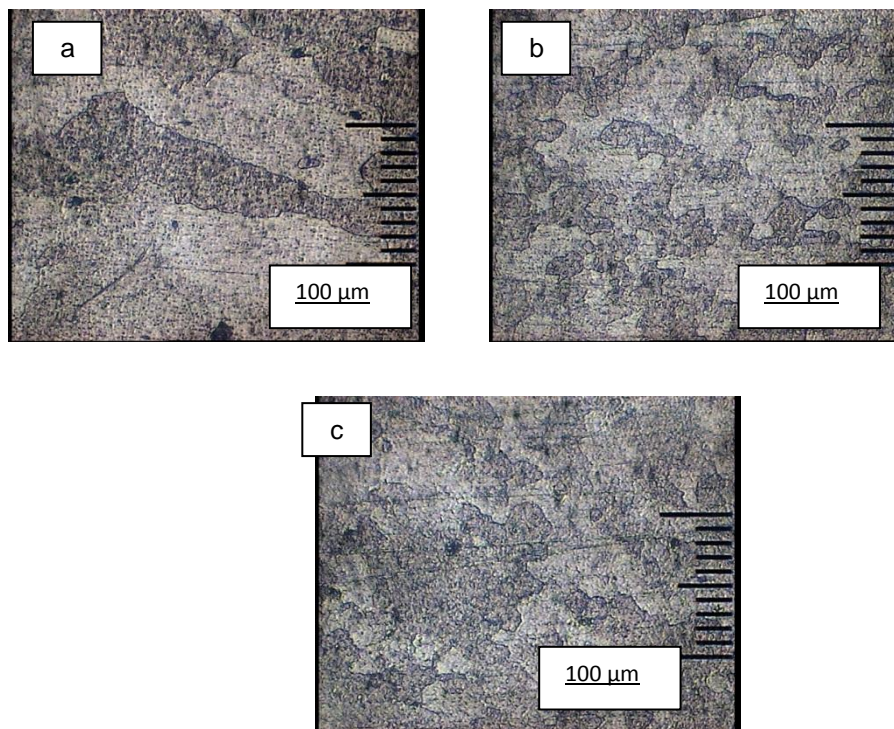
Gambar 9. Hubungan antara nilai kekerasan terhadap tiap variasi profil pin

Dari gambar histogram 11 dapat dilihat bahwa nilai kekerasan tertinggi pada daerah las menggunakan variasi profil pin segiempat yaitu sebesar 33 VHN dikarenakan struktur mikro yang rapat terlihat pada pengujian foto mikro. Perubahan bentuk dan ukuran butir pada beberapa daerah lasan akan berpengaruh pada nilai kekerasannya. Daerah *Weld Nugget* mempunyai bentuk butir yang sama dan halus akan mempunyai nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan daerah sekitarnya, karena semakin halus butir yang dihasilkan maka nilai kekerasan makin tinggi (Biswajit dkk, 2011).

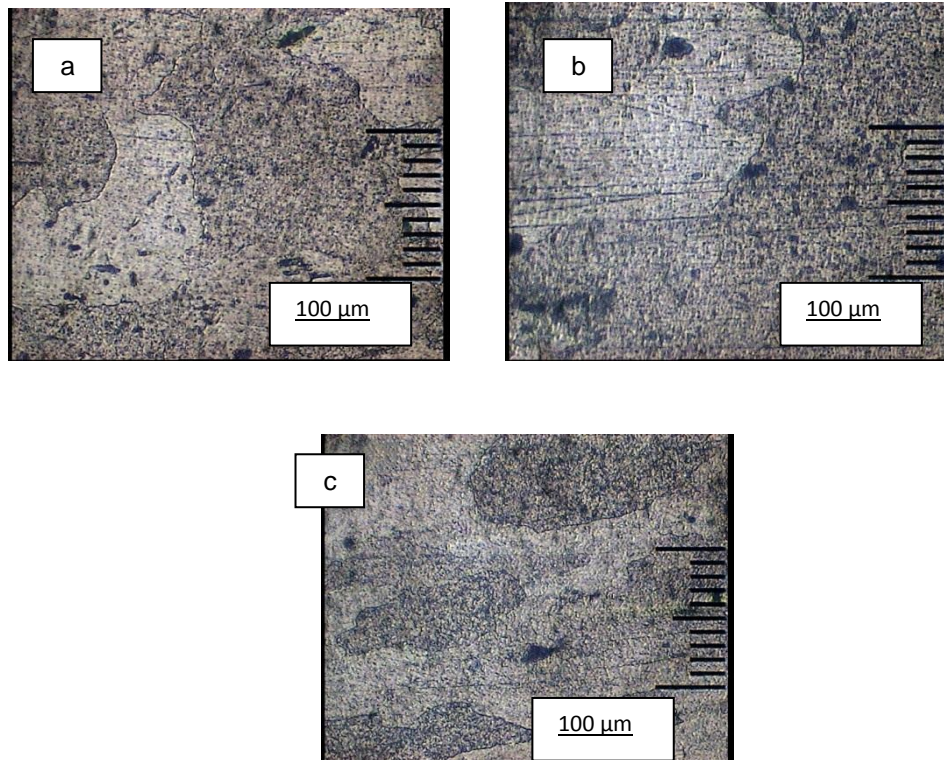
3.3 Hasil Foto Struktur Mikro dan Pembahasannya



Gambar 10 Foto mikro daerah Las (a) Profil Pin Lingkaran, (b) Profil Pin Segitiga, (c) Profil Pin Segiempat (Pembesaran 100x)



Gambar 11. Foto mikro daerah HAZ (a) Profil Pin Lingkaran, (b) Profil Pin Segitiga, (c) Profil Pin Segiempat (Pembesaran 100x)



Gambar 12. Foto mikro daerah Base Metal (a) Profil Pin Lingkaran, (b) Profil Pin Segitiga, (c) Profil Pin Segiempat (Pembesaran 100x)

Dari pengamatan struktur mikro pada daerah base metal, haz, weld nugget pada pengelasan Friction stir welding dengan bentuk profil pin lingkaran, segitiga dan segi empat terlihat mempunyai dua daerah yaitu daerah gelap dan terang. Daerah gelap merupakan fasa θ (Al-mg) dan daerah yang terlihat terang adalah fasa α (fasa AL). Pada hasil foto mikro di daerah las dengan profil pin segiempat memiliki butiran kristal yang halus dikarenakan saat terjadinya proses pengadukan pin lebih merata sehingga ikatan antar atomnya lebih kuat, dan di daerah Haz hasil pengelasan menggunakan menggunakan profil pin lingkaran memiliki struktur Kristal yang sama dengan raw atau tidak mengalami perubahan pada daerah HAZ dengan Raw.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian dan analisa data pengujian antara lain sebagai berikut :

- a. Pengelasan dengan metode *friction stir welding* dengan pelat aluminium alloy seri 5056 dapat dilakukan dengan baik.
- b. Hasil pengujian tarik diperoleh bahwa tegangan tarik rata-rata untuk pengelasan *friction stir welding* dengan variasi profil pin lingkaran sebesar 89,55 MPa, untuk variasi profil pin segitiga sebesar 91,803 MPa, sedangkan untuk variasi profil pin segiempat sebesar 88,99 MPa. Dengan hasil ini diketahui nilai tegangan rata-rata tertinggi terdapat pada hasil pengelasan dengan variasi profil pin segitiga.
- c. Untuk regangan rata-rata, variasi profil pin lingkaran 21,88 %, untuk variasi profil pin segitiga 21,03 %, dan dengan variasi profil pin segiempat 20,37 %. Dengan hasil ini diketahui nilai regangan rata-rata tertinggi pada hasil pengelasan dengan variasi profil pin lingkaran.
- d. Dari data pengujian kekerasan, pada daerah Las (*weld nugget*) didapat nilai kekerasan tertinggi pada variasi profil pin segiempat sebesar 33 VHN. Pada daerah HAZ didapat nilai kekerasan tertinggi pada variasi profil pin segitiga sebesar 38 VHN, sedangkan pada daerah *base metal* didapat nilai kekerasan tertinggi pada variasi profil pin segiempat dan segitiga sebesar 37 VHN.
- e. Pada proses pengelasan *Friction Stir Welding* didapat hasil butiran kristal yang berbeda-beda antar variasi pin dibanding dengan *Raw* (*Base metal*) dikarenakan perbedaan bentuk pin tersebut pada saat pengadukan di *Stir Zone*.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian FSW (*Friction Stir Welding*) yang dilakukan, maka penulis menyarankan beberapa hal untuk mendapatkan hasil yang optimal antara lain:

- a. Pengelasan FSW yang kami lakukan dengan menggunakan *rotation speed* 1500 rpm, *feed rate* 60 mm/ menit, dan *tilt angle* 3°. untuk bisa menjadi pembandingan pembaca bisa menggunakan *rotation speed, feed rate, tilt angle* di atas atau dibawahnya.
- b. Suhu dalam perlakuan panas sebelum pengelasan yang kami gunakan sebesar 200°, mungkin pembaca bisa menggunakan suhu *preheating* 250° atau diatasnya guna mendapatkan pemanasan yang lebih maksimal.

- c. Dalam pengujian foto mikro yang kami gunakan yaitu jarak sebesar 100 kali, dan untuk mendapatkan hasil yang lebih detail atau jelas mungkin pembaca bisa menggunakan pembesaran 200 kali.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Metals Handbook Committee, 1990. *Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-purpose Materials*, Volume 09. ASM International. The Materials Information Company.
- Cahyono, Dwi Handi. 2016. *Pengaruh Profil pin dan Jarak Preheating Terhadap sifat Mekanik dan Struktur Mikro Sambungan Material AA 5052-H32 Friction Stir Welding*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surakarta..
- Freeman, R., 2003, *Friction Stir Welding (FSW)*, TWI Bulletin, September-October 2003, The Welding Institute (TWI) Inggris.
- Handika, Radians Tri. 2016. *Pengaruh profil pin dan temperatur preheating terhadap sifat mekanik dan struktur mikro*. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surakarta.
- Irfan Helmi. Tarmizi. 2017. *Pengaruh bentuk pin terhadap sifat mekanik aluminium 5083 H112 Hasil proses Friction Stir Welding*, Balai Logam dan Mesin Bandung.
- Khoirul Huda, 2018. *Study pengelasan Friction Stir Welding (FSW) Pada AA- 2024 dengan Fe menggunakan variasi Feed rate 30^{mm}/menit, 40^{mm}/menit, dan 50^{mm}/menit*, Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Muku, 2009. *Kekuatan sambungan las aluminium seri 1100 dengan variasi kuat arus listrik pada proses las metal inert gas*, Jurnal ilmiah teknik mesin, Universitas Udayana, Badung, Bali.
- Romadhona, I., 2018, *Studi Pengelasan Friction Stir Welding pada AA-1100 dengan Fe menggunakan Variasi Feedrate 25 mm/menit, 30 mm/menit, dan 40 mm/menit*, Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sudrajat, A, Sumarji., dan Darsin, M., 2012, *Analisis Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Aluminium AA 1100 dengan Metode Friction Stir Welding (FSW)*, Journal ROTOR Vol 5 Nomor 1.
- Surdia, Tata dan Saito, Shinroku. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Triyoko, D., 2016, *Analisa Sifat Mekanik dan Struktur Mikro pada Sambungan las Beda Properties Aluminium dengan Metode Friction Stir Welding*, Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Tarmizi, Boy Prayoga. 2016. *Analisa sifat mekanik dan struktur mikro pada proses Friction Stir Welding Aluminium 5052*. Jurusan Teknik Metalurgi, Unjani Bandung.
- Wirjosumarto, H., Okumura, T., 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, Jakarta : PT Pradnya Paramita.